

# Vergleich der IMRT-Verifikation mittels Filmdosimetrie und Monte-Carlo-Dosisberechnung

T. Götzfried, M. Rickhey, M. Treutwein, L. Bogner

- Medizinische Physik -

Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie der Universität Regensburg

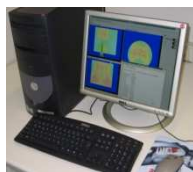


## Einleitung

Ein wichtiger Aspekt bei fluenzmodulierten Bestrahlungstechniken (IMRT) sind prätherapeutische Validierungsmessungen, anhand derer überprüft wird, ob die Dosisberechnung durch das Bestrahlungsplanungssystem (TPS) korrekt erfolgte. Im Rahmen der klinischen Routineverifikation kann man sich auf den Einsatz homogener Messphantome beschränken, sofern der verwendete TPS-Dosisalgorithmus bereits im Zusammenhang mit Inhomogenitäten validiert ist. Dem Standardverfahren der Filmdosimetrie wird in dieser Arbeit mit der Monte-Carlo- (MC-) Dosisberechnung ein Konzept gegenübergestellt, bei welchem zeitintensive Messungen entfallen. MC-Verfahren entsprechen dem „Gold-Standard“ für die Berechnung von Dosisverteilungen [1,2] und werden häufig zur unabhängigen Dosisverifikation kommerzieller Planungssysteme herangezogen.



Homogene Messphantome für HNO-Bereich (Film-dosimetrie bzw. Punkt-Dosismessung)

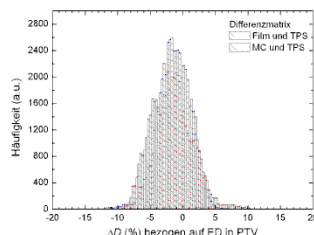


MC-Dosisberechnung mit einem Standard PC

## Ergebnisse

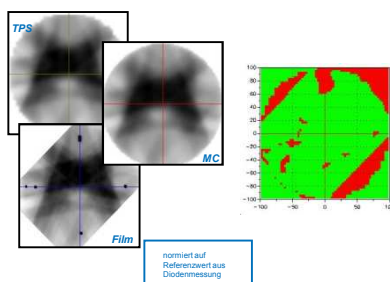
In die Studie wurden 24 IMRT-Pläne von HNO-Tumoren einbezogen. Anhand von Dosisprofilen und Gammaplots werden die Differenzbilder von Film- und MC-Verifikation gegenüber der TPS-Dosisberechnung in einer zentralen transversalen Schicht verglichen. Eine statistische Auswertung im Hochdosisbereich (D

> 1 Gy) bei einer verordneten Einzeldosis im PTV von 1,8 bis 2,0 Gy erfolgt mit Hilfe eines in C++ geschriebenen Programms.

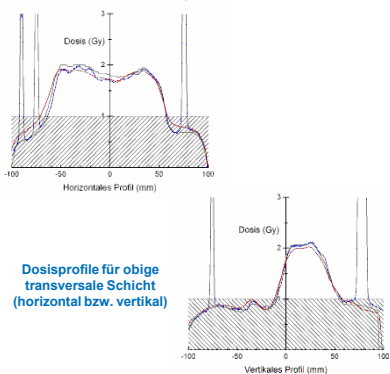


Repräsentatives Dosis-Flächen-Histogramm für die Differenzbilder von Film bzw. MC ggü. TPS

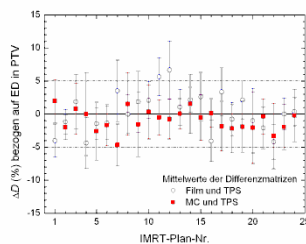
Für die Differenz zwischen MC- und TPS-Dosisberechnung im Hochdosisgebiet liegt der Mittelwert innerhalb eines IMRT-Akzeptanzkriteriums von 5% bezogen auf die verordnete Einzeldosis im PTV. Ein ähnliches Bild ergibt die Filmdosimetrie. Normiert auf den mittels Diodenmessung erhaltenen Referenzwert stimmen die Dosisverteilungen visuell und quantitativ gut mit der Berechnung überein.



Links: Dosisverteilung in transversaler Schicht  
Rechts: Gamma-Plot für Film und TPS mit 3% / 3mm



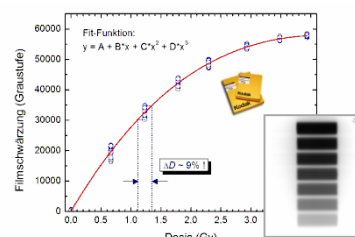
Dosisprofile für obige transversale Schicht (horizontal bzw. vertikal)



Mittelwerte mit Standardabweichungen der Differenzbilder aller in die Studie einbezogenen IMRT-Pläne

## Methoden

Die IMRT-Planung von HNO-Tumoren erfolgte mit Oncentra® MasterPlan, wobei der Pencil-Beam-Algorithmus verwendet wurde. Die an der Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie der Universität Regensburg bislang durchgeführte Dosisverifikation basiert auf zwei unabhängigen Verfahren: Filmdosimetrie- und Punkt-Messungen in einem Ersatzphantom, auf das der Patientenplan übertragen wurde. Verwendet werden EDR2-Filme von Kodak, die entsprechend kalibriert und mit der Software PTW VeriSoft 3.0 weiterverarbeitet werden.

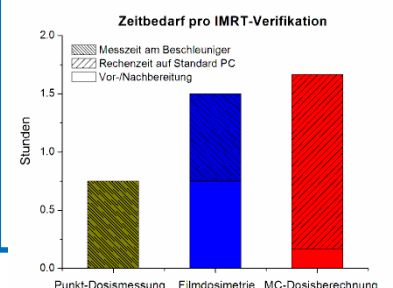


Kalibrierkurve und -treppe für 6 MV Photonenstrahlung (über einen Zeitraum von 10 Monaten)

Die Absolutdosimetrie geschieht mit Hilfe einer Diode (Typ M60008 von PTW). Für die Monte-Carlo-basierten Verifikationsberechnungen mittels XVMC [3,4,5] wird der komplette Datensatz („Phantomplan“) per DICOM-Datei übergeben. Die Dosisverteilung wird mit einer statistischen Genauigkeit von 2% berechnet und anschließend in VeriSoft importiert.

## Schlussfolgerung

Es lässt sich festhalten, dass sowohl Filmdosimetrie als auch MC-Verfahren in der Lage sind, IMRT-Akzeptanzkriterien zu erfüllen. Mit Blick auf den Aufwand werden zukünftig Verifikationsmessungen immer mehr in den Hintergrund rücken und durch unabhängige MC-Berechnungen ersetzt werden. Da-durch gewinnen zwangsläufig gerätespezifische Faktoren wie beispielsweise MLC- oder Monitor-Kalibrierungen an Gewicht. Aufgrund der einfachen Durchführung bieten sich Punkt-Dosismessungen für dosimetrische Plausibilitätsprüfungen im Rahmen eines „dummy run“ an.



## Literatur

- [1] C.-M. Ma *et al.*: Clinical implementation of a Monte Carlo treatment planning system. *Med. Phys.* **26**(10), 2133-2143 (1999).
- [2] A. Leal *et al.*: Routine IMRT Verification by means of an automated Monte Carlo simulation system. *Int. J. Radiat. Biol. Phys.* **56**(1), 58-68 (2003).
- [3] M. Fippel: Fast Monte Carlo dose calculation for photon beams based on the VMC electron algorithm. *Med. Phys.* **26**(8), 1466-1475 (1999).
- [4] M. Fippel *et al.*: A virtual photon energy fluence model for Monte Carlo dose calculation. *Med. Phys.* **30**(3), 301-311 (2003).
- [5] L. Bogner *et al.*: Verification of IMRT: techniques and problems. *Strahlenther. Onkol.* **180**(6), 340-350 (2004).

## Danksagung

Wir danken Herrn Dr. M. Fippel für die Bereitstellung von XVMC. Finanziell unterstützt wurde die Arbeit durch das Bayerische Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz.



Klinik und Poliklinik für Strahlentherapie der  
Universität Regensburg  
Franz-Josef-Strauß-Allee 11  
D-93053 Regensburg

[thomas.goetzfried@klinik.uni-regensburg.de](mailto:thomas.goetzfried@klinik.uni-regensburg.de)